

# APLICAÇÃO DA TÉCNICA GPS METEOROLOGIA À REGIAO DE CURITIBA

Fábio Moreira de Oliveira

Mestrado

Orientador : Luiz Danilo Damasceno Ferreira

Defesa 24/07/10

**Resumo:** Ao atravessar as camadas eletricamente neutras da atmosfera, os sinais provenientes dos satélites que constituem os Sistemas de Posicionamento Global (GNSS - Global Navigation Satellite System), como o NAVSTAR-GPS (NAVigation Satellite with Time And Ranging – Global Positioning System), sofrem uma redução em sua velocidade, e conseqüentemente um aumento em seu tempo de propagação, conhecido como atraso troposférico. Este atraso é devido ao índice de refração da atmosfera, o qual depende da concentração dos diferentes componentes atmosféricos em cada ponto no caminho percorrido pelo sinal, e por isso mesmo não é constante. Tal atraso pode ser separado em duas componentes: uma devida aos gases secos da atmosfera (componente seca ou hidrostática), e outra devida ao vapor d'água atmosférico (componente úmida). Em softwares científicos de pós-processamento, como o BERNESSE GPS SOFTWARE e o GIPSYOASIS, entre outros, a influência da componente úmida pode ser isolada e desta forma, o montante de vapor d'água presente na atmosfera pode ser determinado. Atualmente, o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) oferece em sua página na internet, o serviço de Posicionamento por Ponto Preciso (PPP), baseado no software canadense CSRS-PPP, que realiza o posicionamento sem a necessidade de instalação de programas, e necessita apenas de uma conexão de internet. Neste trabalho, este serviço disponibilizado pelo IBGE, foi utilizado para o processamento dos dados coletados pela estação UFPR da RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo), situada no campus do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba. Como resultado, o serviço de PPP do IBGE disponibiliza os valores do atraso troposférico total e com estes valores de atraso, foi determinada a parcela correspondente a componente úmida e a quantia de Água Precipitável (PW – Precipitable Water) presente na atmosfera. Estes valores de PW, uma vez determinados, foram comparados com

os resultados obtidos através de radiossondagens realizadas no Aeroporto Afonso Pena, em São José dos Pinhais, região metropolitana de Curitiba, distante 10 *km* da antena UFPR da RBMC. Quando ambos os resultados foram arranjados em uma série temporal (PW em função do dia de rastreio) apresentaram uma forte correlação, com índices entre 0,7 e 1,0 (valor para máxima correlação), quando comparados com os resultados colhidos através do processo de radiossondagem realizada no mesmo período de tempo (das 1130 UTC as 1230 UTC), apesar da distância entre os pontos de coleta de dados. Ainda, na determinação do PW, fez-se necessária a determinação da temperatura média do perfil vertical atmosférico atravessado pelos sinais GPS. Tal temperatura foi determinada através de análise dos perfis de radiossondagem gerados nos últimos 36 anos (de 1973 até 2009). Estas temperaturas foram comparadas com as determinadas através de dois modelos utilizados para o mesmo fim e que inferem a temperatura média do perfil vertical atmosférico através de medidas de temperatura colhidas na superfície: um modelo determinado para a América do Norte e outro determinado para a região do Estado de São Paulo, ambos baseados em radiossondagens. Esta análise de temperaturas, ainda considerou duas equações diferentes na determinação da pressão parcial de vapor d'água, o que gerou dois resultados diferentes para o atraso zenital troposférico, com os mesmos índices de correlação quando comparados com o PW colhido por radiossondagens.

**Abstract:** When crossing the atmosphere, the signals proceeding from the satellites that constitute the Global Positioning Systems (GNSS-Global Navigation Satellite System), as the NAVSTAR-GPS (NAVigation Satellite with Teams And Ranging - Global Positioning System), suffer a reduction in its speed, and consequently a delay in its time of propagation, known as tropospheric delay. This delay is due to the refractive index of the atmosphere, that depends on the concentration of different atmospheric components in each point of the signal's path, and therefore it is not constant. Such delay can be separated in two components: one, due to the dry gases of the atmosphere (component drought or hydrostatics), and the other, to the atmospheric water steam (component humid). However, in scientific softwares of post-processing, such as BERNESE GPS SOFTWARE, GIPSY-OASIS and GOA, among others, the influence of the humid component can be isolated and so the amount present in the atmosphere can be determined. Currently, IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics) offers in its website, the service of Precise Point Positioning (PPP), based in the Canadian software CSRS-PPP that carries through the positioning without the need of the software's installation but an internet connection. In this paper, this IBGE's service was used for processing the data collected by UFPR's station of the RBMC (Brazilian Net of Continuous

Monitoring), situated at Centro Politecnico Campus, in Universidade Federal do Paraná, in Curitiba. As result, the service of IBGE's PPP releases values of the total tropospheric delay and with which was determined the corresponding share of the humid component and the amount of PW (Precipitable Water) present in the atmosphere. Once determined, these values of PW have been compared with the results gotten through radiosoundings carried through in Afonso Pena Airport, in São Jose dos Pinhais – Great Curitiba Area – 10 *km* away from the antenna of UFPR of the RBMC. When both results were arranged in a secular series (PW in function of the tracing date) presented a strong correlation, with indexes between 0,7 and 1,0 (maximum correlation value), when compared to the results from the process of radiosounding carried through in the same period of time (from 1130 UTC to 1230 UTC), despite of the distance between the points of data collection. Yet, in determining the PW, the average temperature determination of atmospheric vertical profile crossed by GPS signals, became necessary. Such temperature was determined by the means of analysis of generated profiles of radiosonding in last 36 years (from 1973 to 2009), at the Afonso Pena Airport. These temperatures were compared to the determined ones through the usage of two models used for the same goal and that they infer the average temperature of the atmospheric vertical profile through collected measures of temperature in the surface: a model determined for North America and others determined region of São Paulo State, both determining through radiosonding. This analysis, still considers two different equations in determining the partial steam pressure, which generated two different results for the tropospheric zenithal delay, with the same indexes of correlation when compared to the PW collected from radiosoundings.